

Модель теплового режиму пасивного дому

Шулима О.В.

студентка СумДУ, ami-lush@mail.ru

The object of study is passive house. The elaborated model of passive house is a system of components that affect the heat balance. The model has to be universal and can count results in a little time. The mathematical model is presented at the macro level and is a system of elements that can be combined together in different variations.

ВСТУП

Нестабільна ситуація у сфері енергопостачання та обмеженість запасів викопних видів палива змушують європейські країни дедалі більше уваги приділяти енергозберігаючим технологіям. Максимальне втілення вони знайшли у концепції пасивного будинку.

В Україні головною перешкодою на шляху створення подібних проектів є великі початкові витрати порівняно із традиційним будівництвом. Витрати на побудову пасивного будинку в 10 разів перевищують затрати на побудову звичайного дому, тому перш ніж почати будівництво, необхідно детально розрахувати всі показники енергоефективності.

Сьогодні гостро необхідний якісний інструмент, який би дозволив швидко виконувати розрахунки з достатньою точністю і без обмеження певним видом будинків.

Тому було вирішено створити універсальну математичну модель для розрахунку теплового балансу пасивного дому.

РОЗРОБКА МОДЕЛІ

Вимога універсальності розроблюваної моделі вплинула на вибір рівня моделювання. Для можливості аналізу різних варіантів будинків як за конструкцією так і за обладнанням було вирішено модель пасивного дому представити на макрорівні, як сукупність моделей складових елементів. Кожен елемент моделі містить теплові характеристики окремого елементу будівлі. Взаємодія цих елементів визначає загальний тепловий баланс.

Кількість тепла, що втрачає пасивний будинок, визначається за формулою 1.

$$Q_H = Q_T + Q_L - (Q_I + Q_S) \times \eta_G \quad (1)$$

де Q_T – трансмісійні тепловтрати, Q_L – тепловтрати через вентиляцію, Q_I – економія тепла від внутрішніх джерел, Q_S – теплові нахождення від сонячного випромінювання, η_G – коефіцієнт використання природного тепла.

На трансмісійні тепловтрати впливають декілька параметрів, які розраховуються окремо.

Для кожної конструкції розраховуються річні втрати теплоти через огорожувальні конструкції за формулою 2.

$$Q_T = A \times U \times f_T \times G_T \quad (2)$$

де A – площа конструкції, U – коефіцієнт теплопередачі конструкції, f_T – редуційний фактор, G_T – інтеграл за часом від різниці температур.

Трансмісійні тепловтрати через містки холоду (MX) розраховуються за формулою 3.

$$Q_T = l \times \Psi \times f_T \times G_T \quad (3)$$

де l – довжина, Ψ – коефіцієнт втрат MX, f_T – редуційний фактор, G_T – інтеграл за часом від різниці температур.

Втрати тепла через вентиляцію визначаються за формулою 4.

$$Q_L = n_L \times V_{RLT} \times c \times G_T \quad (4)$$

де n_L – енергоефективний повітрообмін, V_{RLT} – об'єм повітря вентиляційної системи, c – питома теплоємність повітря, G_T – температурний напір щодо зовнішнього повітря.

Теплові надходження від людей, а також пристроїв, що використовуються в опалювальний період, розраховується за формулою 5.

$$Q_I = 0,24 \times n \times q_I \times A_{EB} \quad (5)$$

де n – тривалість опалювального періоду в днях, A_{EB} – опалювальна площа, q_I – питома значення надходження побутового тепла на 1 м² опалювальної площі.

Теплові надходження від сонячного випромінювання розраховуються за формулою 6.

$$Q_S = r \times g \times G \times A_F \quad (6)$$

де r – коефіцієнт скорочення надходження радіації через вікна, g – коефіцієнт загальної пропускну здатності скла, A_F – площа вікон кожної орієнтації, G – кількість надходження сонячної радіації на поверхні різної орієнтації за час опалювального періоду.

Коефіцієнт використання природного (вільного) тепла визначає частку природного тепла, яке може використовуватися для обігріву приміщення, і його значення знаходять за формулою 7.

$$\eta_G = \frac{1 - \left(\frac{Q_F}{Q_V}\right)^5}{1 - \left(\frac{Q_F}{Q_V}\right)^6} \quad (7)$$

Далі перевіряється, чи відповідає отриманий результат нормам пасивного дому, розраховується за формулою 8 показник характеристики енергії.

$$q_H = \frac{Q_H}{A_{EB}} \quad (8)$$

Це значення має задовольняти умову:

$$q_H \leq 15 \frac{\text{кВт} \cdot \text{м} - \text{год}}{\text{м}^2 \times \text{рік}}$$

Якщо це значення перевищує норми, то передбачується можливість застосування для додаткового нагріву дому теплового насосу з ґрунтовим колектором. Значення здобутої теплоти через колектор враховується при розрахунку формули 1 (додається ще одна складова Q_K). Тепловий насос обирається певної потужності, в залежності від отриманого результату q_H . Для відповідного значення теплоти на виході розраховується індивідуальна геометрія колектору для обраного будинку.

На основі розробленої моделі створено загальний алгоритм розрахунків, який покладено в основу програмного продукту. Він дозволить скоротити витрати та час на попередні розрахунки. Розроблений спеціально для країн східної Європи, враховує специфіку клімату, оброблюючи відповідні показники.

Висновки

Для реалізації поставленої мети було досліджено пасивні будинки з огляду на теплові потоки, розроблено математичні моделі елементів дому, створено універсальну макромодель для розрахунку загального теплового балансу.

ЛІТЕРАТУРА

- [1] О. Щербина. Енергія для всіх: технічний довідник з енергоощадності та відновних джерел енергії. — Ужгород: Видавництво В. Падяка, 2007. — 340 с.
- Вольфганг Файст. Основные положения проектирования пассивных домов. — М.: Издательство Ассоциации строительных вузов, 2008. -320 с.
- Сергейчук О.В. Архітектурно-будівельна фізика. Теплотехніка огорожуючих конструкцій будинків. — К.: Такі справи, 1999. — 156 с.
- Passivhaus Vorprojktierung 2002. PHVP 2002. Energiebilanzverfahren furr die Vorentwurfsplanung von Passivhausern. — Darmstadt: Passiv Haus Institut, 2002. — 42 p.

